COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 OCTOBRE 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Vénus à l'Observatoire de Nice.* Note de M. **Perrotin**.

« Ces observations, entreprises dans le but de vérifier les récentes découvertes de M. Schiaparelli sur la rotation de la planète, ont été faites pendant le jour.

» Commencées le 15 mai 1890, trois mois après la conjonction supérieure, elles ont été poursuivies jusqu'au 4 octobre, quelques jours après la plus grande élongation orientale, c'est-à-dire pendant un peu plus de quatre mois et demi. Dans cet intervalle nous avons pu étudier utilement la planète pendant 74 jours et faire 61 dessins.

» Une étude attentive de ces dessins et des Notes détaillées qui les accompagnent prouvent que l'aspect de la planète ne varie pas sensiblement d'un jour à l'autre, et qu'il reste aussi le même aux diverses heures de la journée. Les modifications que l'on observe le même jour se font sans

mouvement, par le seul effet des variations de l'illumination et de l'absorption atmosphérique avec la hauteur de l'astre sur l'horizon.

» En réalité, les changements ne se produisent qu'avec une extrême lenteur et ne deviennent apparents qu'au bout d'un certain nombre de jours. Comme conséquence de ce qui précède nous avons pu réduire l'ensemble des dessins à six d'entre eux, qui montrent, en les exagérant beaucoup d'ailleurs, les principales particularités observées. Ces dessins correspondent à une même distance de l'astre à la Terre.

» La *fig.* 1 donne l'aspect de la planète à la fin de mai; il a été fait le 23. Les environs de la corne australe présentent un assombrissement marqué, qui se continue le long du terminateur jusqu'au-dessus de la corne boréale. Au-dessous de cette bande, dans le voisinage immédiat de la corne, il existe une région plus blanche que le reste de la surface, que l'on n'a cessé de voir pendant toute la durée des observations, toutefois avec de légères variations dans l'éclat, l'étendue et la position.

» A ces faits, il convient d'ajouter les deux suivants, non représentés par le dessin. En premier lieu, la corne australe m'a toujours paru mieux définie et plus effilée que la corne boréale; celle-ci semblait mal indiquée et comme tronquée; en second lieu, pendant la première moitié de ce travail, le terminateur paraissait plus arrondi dans le voisinage de la corne boréale que dans celui de la corne australe.

» L'étude de nos dessins montre que la bande sombre a suivi le terminateur dans son mouvement de rotation autour de la ligne des cornes; l'écart est de 15° à 18°, au bout de quatre mois et demi, dans le sens d'une accélération. Toutefois, cet écart étant à peine supérieur aux erreurs que l'on commet dans la position de la bande quand elle est très éloignée du méridien de la planète passant par le centre du disque, cette accélération est encore douteuse.

» Un second fait, qui s'est produit pendant la seconde moitié de nos observations, est venu confirmer ce qui précède. Il s'agit de la présence au-dessous de la corne australe, dans le voisinage du terminateur, d'une tache sombre, qui, tout d'abord simple, n'a pas tardé à se dédoubler avec la diminution de la distance à la terre, comme le montrent les *fig.* 5 et 6, et dont les deux branches, qui semblaient être le prolongement de la bande principale, comprenaient une tache blanche dont l'éclat attirait particulièrement l'attention. Pendant plus d'un mois et demi, cette région s'est présentée avec à peu près les mêmes caractères; on a seulement remarqué un sensible mouvement de ces taches vers la corne australe, provenant en partie

Fig. 1. — 23 mai, de 2^h à 6^h30^m.

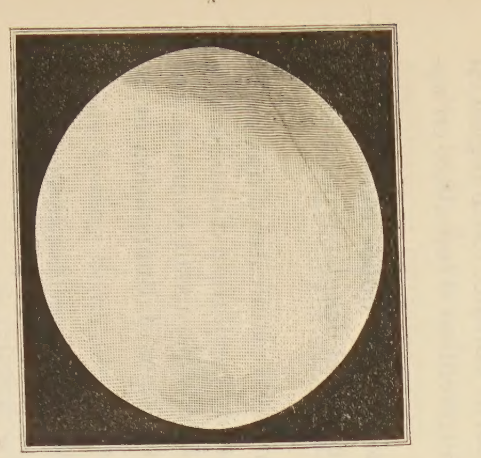


Fig. 2. — 24 juin, de 2^h à 7^h.

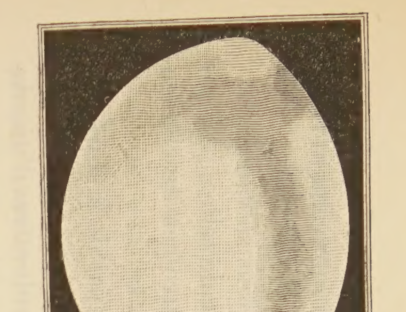
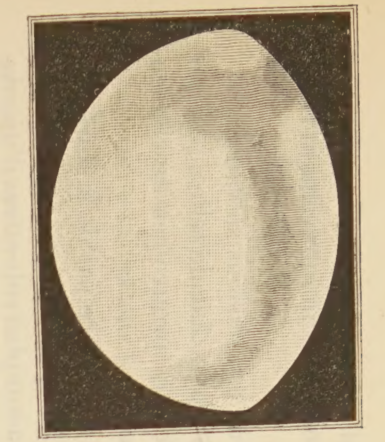


Fig. 3. — 15 juillet, de 2^h30^m à 6^h30^m.



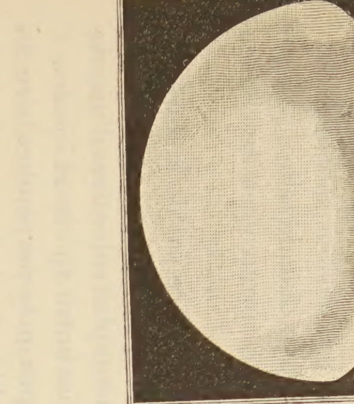


Fig. 4. — 2 août, de 2^h à 7^h.

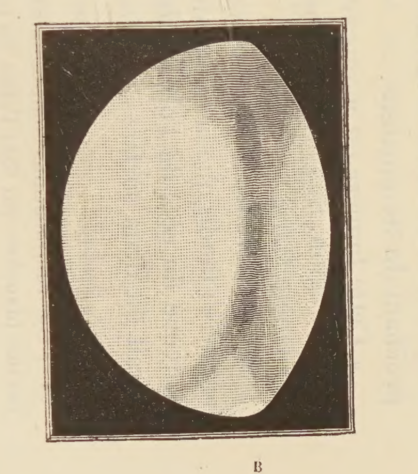


Fig. 5. — 17 août, de 4^h45^m à 7^h.

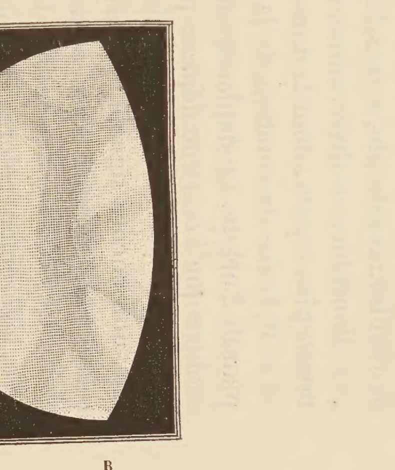


Fig. 6. — 27 septembre, de 1^h à 5^h.

A. Corne australe. — B. Corne boréale.

de la variation en latitude de la planète, et aussi peut-être de l'accélération dont il vient d'être question, combinée ou non avec un mouvement de vibration en latitude.

» L'ensemble des faits observés conduit aux conclusions suivantes :

» 1° La rotation de la planète est très lente et se fait de telle sorte que la position relative des taches et du terminateur n'éprouve pas de changement notable pendant un grand nombre de jours.

» 2° La durée de la rotation de la planète ne diffère pas de la durée de la révolution sidérale, soit 225 jours environ, de plus de 30 jours.

» Pourtant nos observations s'accommoderaient plus volontiers d'une rotation plus rapide, dont la durée serait comprise entre 195 et 225 jours.

» 3° L'axe de rotation de la planète est à peu près perpendiculaire au plan de l'orbite. Le déplacement de la région blanche de la corne boréale montre que l'écart ne dépasse pas 15°, comme l'admet M. Schiaparelli.

» Nos observations des deux derniers mois ont révélé l'existence d'un fait, non encore signalé, qui est de la plus haute importance. Ce fait est relatif à la différence d'aspect des deux régions de la planète, placées de part et d'autre de la bande sombre. La lumière de celle de gauche m'a paru plus vive, légèrement colorée et d'un éclat généralement uniforme. Cette région ne présente pas de phénomène bien net; on a cru y distinguer, par moments, de larges taches sombres, vagues et mal définies sur le pourtour.

» Celle de droite, plus accessible à nos investigations, est traversée par des lignes sombres allant, en divergeant, de la bande sombre au terminateur. Ces ramifications de la grande bande sont plus nombreuses et plus intenses vers la corne australe ([1]) que vers la corne boréale. Cette région est inégalement éclairée et la lumière y va en augmentant d'intensité, en approchant du terminateur.

» Cette lumière est moins vive, plus blanche et plus douce que celle de l'autre région. Son aspect rappelle celui des neiges et des glaces polaires de la planète Mars.

» La différence d'aspect de ces deux régions s'est manifestée d'une autre manière; tandis que la région de gauche donnait la sensation d'une surface convexe du côté de l'observateur, celle de droite paraissait concave. On aurait dit deux surfaces placées dans des conditions d'illumination et de

---

([1]) Ces ramifications comprennent quelquefois entre deux branches consécutives des parties blanches qui font l'effet de taches; nous en avons eu deux qui ont persisté du 26 août au 15 septembre et qui rappellent celles de M. Schiaparelli.

position différentes. Le passage de l'une à l'autre se faisait d'une manière graduelle. Cette impression était très nette lorsque les images étaient absolument calmes.

» Nos observations de 1889 nous ont appris qu'il existe de l'autre côté du disque une bande sombre semblable à celle que nous avons étudiée cette année. Il y aura grand intérêt à savoir si la zone qui sépare cette bande du terminateur présente les caractères de celle dont nous venons de parler.

» Il n'y a plus, en effet, que deux hypothèses admissibles : ou bien la planète tourne constamment la même face vers le Soleil et, dans ce cas, les deux bords de la planète, dans le voisinage de l'équateur surtout, doivent avoir le même aspect (la libration en longitude due à l'équation du centre ne saurait rien changer); ou bien la planète tourne plus vite (la durée de rotation étant comprise entre 195 et 225 jours), et alors les deux côtés se trouvent dans des conditions totalement différentes. Après avoir été plongées pendant plus de trois mois dans l'obscurité, les régions voisines du bord occidental viennent se placer sous l'action des rayons solaires pendant le même temps; les régions qui sont de l'autre côté du disque subissent la même alternative, mais en sens inverse.

» On conçoit dès lors l'importance que doit avoir la constatation du fait sur lequel nous appelons l'attention, car il est lié à la question de la rotation elle-même, rotation dont la durée se trouve maintenant resserrée entre des limites assez étroites. »

M. le Dr **Lavaux** donne lecture d'une Note portant pour titre : « Des modifications physiologiques que subissent les bruits du cœur du fœtus pendant l'accouchement. »

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Alfred Basin** adresse un Mémoire sur les divers moyens qui ont été proposés par lui pour éviter les collisions en mer.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. **Émile d'Arras** adresse une Note intitulée : « Destruction du phylloxera, des sauterelles, limaçons, mouches et autres insectes qui se trouvent sur les plantes, dans le sol et dans le sous-sol, par une atmosphère insecticide ou par des gaz surchauffés ».

(Commissaires : MM. Pasteur, Duchartre, Schlœsing.)

M. **Léon Daille** adresse, d'Auxerre, une Note sur le grisou.

(Renvoi à la Commission du grisou.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie une Lettre de M. le Ministre des Finances, invitant l'Académie à désigner deux de ses Membres, pour faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, en remplacement de M. *Peligot*, décédé, et de M. *Fremy*, dont les pouvoirs sont sur le point d'expirer.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** consulte l'Académie sur la question de savoir si, « tout en maintenant l'Observatoire de Paris, il n'y aurait pas lieu de lui créer une succursale aux environs, pour les travaux qui exigent le plus de stabilité dans le sol et de pureté dans l'atmosphère ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour chacune des deux chaires suivantes, récemment créées au Conservatoire national des Arts et Métiers : 1° chaire de Métallurgie et du travail des métaux; 2° chaire d'Électricité industrielle.

(Renvoi, pour la préparation de la première liste, aux Sections de Chimie et de Minéralogie réunies; pour la préparation de la seconde, aux Sections de Physique et de Mécanique réunies.)

M. le **Président** informe l'Académie de la perte que la Science vient de

faire dans la personne de M. *Émile Mathieu*, professeur de Mathématiques pures à la Faculté des Sciences de Nancy.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la réduction à la forme canonique des équations différentielles pour la variation des arbitraires dans la théorie des mouvements de rotation.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Tisserand.

« En rapprochant les résultats obtenus par M. Serret (*Mémoires de l'Académie*, t. XXXV) de la *Théorie de la Lune* de M. Delaunay (*voir* le t. I, p. 75 et suiv.), on peut donner la forme canonique aux équations finales de M. Serret.

» Je ferai usage, dans ce qui suit, des mêmes notations que M. Tisserand (*Traité de Mécanique céleste*, t. II).

» Il s'agit donc, étant donné le système canonique

$$\frac{dH}{dt} = \frac{\partial U}{\partial h}, \qquad \frac{dh}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial H},$$
$$\frac{dG}{dt} = \frac{\partial U}{\partial g}, \qquad \frac{dg}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial G},$$
$$\frac{dF}{dt} = \frac{\partial U}{\partial \psi'}; \qquad \frac{d\psi'}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial F},$$

d'en obtenir un autre également canonique, mais ne présentant plus l'inconvénient de faire sortir t des signes sinus et cosinus.

» U se développe en effet sous la forme

$$U = \Sigma f(H, G, F) \times \cos(iu + j\varphi' + l\psi' + \mu t + \mu');$$

on a

$$u = abn'_1(t+h), \qquad \varphi' = n_1(t+h) + g - \frac{\pi}{2};$$

$$n'_1 = \omega' \frac{\pi}{2K}, \qquad \frac{n_1}{n'_1} = \sqrt{1 + \frac{k^2}{\alpha^2}\left(\frac{2K}{\pi} + \frac{C-A}{A}\frac{2\Pi}{\pi}\right)} - ab;$$

$$K = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\chi}{\sqrt{1 - k^2\sin^2\chi}}, \qquad \Pi = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{1+\alpha^2\sin^2\chi}\frac{d\chi}{\Delta\chi};$$

$$k^2 = c^2\sigma^2, \qquad \alpha^2 = \frac{C(B-A)}{A(C-B)};$$

la dérivation de U par rapport à H et G, dont n_1 et n'_1 sont fonctions, ferait sortir t des signes trigonométriques.

» Pour éviter cet inconvénient, démontrons d'abord que

$$\frac{1}{n'_1}d\mathrm{H} - \frac{n_1}{n'_1}d\mathrm{G} = \frac{1}{\omega'}\frac{2\mathrm{K}}{\pi}d\mathrm{H} - \sqrt{1+\frac{k^2}{\alpha^2}}\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi} + \frac{\mathrm{C}-\mathrm{A}}{\mathrm{A}}\frac{2\Pi}{\pi}\right)d\mathrm{G} + ab\,d\mathrm{G},$$

est une différentielle exacte; il n'y a pas à s'occuper du terme $+ab\,d\mathrm{G}$.

» Remplaçons dans les deux premiers $d\mathrm{H}$ et $d\mathrm{G}$ par leurs valeurs en ω' et k,

$$d\mathrm{H} = \mathrm{C}\omega'\left(1+\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}}\frac{k^2}{\alpha^2}\right)d\omega' + \mathrm{C}\omega'^2\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}}\frac{k\,dk}{\alpha^2},$$

$$d\mathrm{G} = \mathrm{C}\sqrt{1+\frac{k^2}{\alpha^2}}\,d\omega' + \frac{\mathrm{C}\omega'}{\alpha^2}\frac{k\,dk}{\sqrt{1+\frac{k^2}{\alpha^2}}};$$

il viendra, pour l'ensemble de ces deux termes,

$$\begin{aligned}&\left[\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\mathrm{C}\left(1+\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}}\frac{k^2}{\alpha^2}\right) - \mathrm{C}\left(1+\frac{k^2}{\alpha^2}\right)\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}+\frac{\mathrm{C}-\mathrm{A}}{\mathrm{A}}\frac{2\Pi}{\pi}\right)\right]d\omega'\\ &\quad+\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}} - \frac{2\mathrm{K}}{\pi} - \frac{\mathrm{C}-\mathrm{A}}{\mathrm{A}}\frac{2\Pi}{\pi}\right)\frac{\mathrm{C}\omega'}{\alpha^2}k\,dk\\ &= \frac{2}{\pi}\frac{\mathrm{C}-\mathrm{A}}{\mathrm{A}}(\mathrm{K}-\Pi)\frac{\mathrm{C}\omega'}{\alpha^2}k\,dk + \frac{2}{\pi}\mathrm{C}\frac{\mathrm{C}-\mathrm{A}}{\mathrm{A}}\left[\mathrm{K}\frac{k^2}{\alpha^2} - \left(1+\frac{k^2}{\alpha^2}\right)\Pi\right]d\omega'\\ &= \frac{2}{\pi}\mathrm{C}\frac{\mathrm{C}-\mathrm{A}}{\mathrm{C}}\left(\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin^2\chi}{1+\alpha^2\sin^2\chi}\frac{d\chi}{\Delta\chi}\omega' k\,dk - \int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\Delta\chi}{1+\alpha^2\sin^2\chi}d\chi\,d\omega'\right):\end{aligned}$$

c'est la différentielle de

$$-\frac{2}{\pi}\mathrm{C}\frac{\mathrm{C}-\mathrm{A}}{\mathrm{C}}\omega'\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\Delta\chi}{1+\alpha^2\sin^2\chi}d\chi.$$

» On a donc

$$\frac{1}{n'_1}d\mathrm{H} - \frac{n_1}{n'_1}d\mathrm{G} = d\left(ab\mathrm{G} - \frac{2}{\pi}\mathrm{C}\frac{\mathrm{C}-\mathrm{A}}{\mathrm{C}}\omega'\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\Delta\chi}{1+\alpha^2\sin^2\chi}d\chi\right).$$

» On en conclut aussitôt la relation remarquable signalée par M. Serret

$$\frac{\partial\frac{1}{n'_1}}{\partial\mathrm{G}} + \frac{\partial\frac{n_1}{n'_1}}{\partial\mathrm{H}} = 0.$$

» Soit

$$\frac{1}{n'_1}d\mathrm{H} - \frac{n_1}{n'_1}d\mathrm{G} = ab\,d\Lambda,$$

Λ étant considéré comme fonction de H, G, il vient

$$\frac{1}{abn'_1} = \frac{\partial\Lambda}{\partial H}, \qquad -\frac{n_1}{abn'_1} = \frac{\partial\Lambda}{\partial G};$$

si H est considéré comme fonction de Λ, G, il vient, d'autre part,

$$abn'_1 = \frac{\partial H}{\partial\Lambda}, \qquad n_1 = \frac{\partial H}{\partial G}.$$

On remarquera que Λ, développé suivant les puissances de k^2, commence par un terme en $\omega' k^2$.

» Cela posé, l'analyse de Delaunay conduit au système canonique suivant, dans lequel $R = U - H$ est supposé exprimé avec la nouvelle arbitraire Λ :

$$\frac{d\Lambda}{dt} = \frac{\partial R}{\partial u}, \qquad \frac{du}{dt} = -\frac{\partial R}{\partial\Lambda},$$

$$\frac{dG}{dt} = \frac{\partial R}{\partial\varphi'}, \qquad \frac{d\varphi'}{dt} = -\frac{\partial R}{\partial G},$$

$$\frac{dF}{dt} = \frac{\partial R}{\partial\psi'}; \qquad \frac{d\psi'}{dt} = -\frac{\partial R}{\partial F}.$$

» Ce résultat, auquel j'ai été d'abord conduit par induction, en partant des développements en série de la *Mécanique céleste* de M. Tisserand, me paraît rendre encore plus étroite l'analogie entre les deux problèmes principaux de l'Astronomie mathématique. En particulier, la méthode suivie par Delaunay pour intégrer, sous forme algébrique, les équations du mouvement de la Lune, s'applique également aux équations du mouvement de rotation des corps célestes. »

ASTRONOMIE. — *Le méridien neutre de Jérusalem-Nyanza, proposé par l'Italie pour fixer l'heure universelle, déterminé par sa distance horaire à cent vingt observatoires.* Note de M. **Tondini**, présentée par M. Janssen.

« Le méridien éminemment neutre de Jérusalem-Nyanza, ainsi nommé pour indiquer à la fois le point qui le détermine et la région du continent africain qu'il traverse à l'équateur (à 75^{km} environ à l'est du lac Nyanza), ferait coïncider, à quelques secondes près, le jour universel avec le jour

chronologique. Cette coïncidence a été déjà réclamée au Congrès géographique international de Paris en 1875, et, aussi, à la Conférence de Washington, comme la solution indiquée, en quelque sorte, par la nature elle-même de la question de l'heure universelle. C'est pourquoi l'Italie, distinguant sagement, comme la France en 1884, entre l'unification des *heures* et celle des *longitudes*, se borne à suggérer l'adoption de l'heure de Jérusalem, *conjointement avec l'heure locale*, dans la télégraphie, au profit surtout des observations scientifiques, s'en remettant, pour toute application ultérieure, à l'expérience. Aussi insiste-t-elle tout particulièrement, comme la France en 1884, pour le *statu quo*, c'est-à-dire pour le libre usage du méridien initial, dans l'Astronomie et la Marine qui n'ont aucun besoin de l'heure universelle et, comme la Conférence géodésique de Rome en 1883, elle met les travaux topographiques entièrement hors de cause.

» Enfin, comme il importe que le méridien fixant l'heure universelle non seulement ait « un caractère réel d'internationalité », mais qu'il conserve ce caractère même à l'avenir, on l'a déterminé par sa distance horaire à cent vingt observatoires dont la liste suivante indique quelques-uns des principaux. La liste complète comprend tous les observatoires indiqués dans le *Nautical Almanac* de 1891, plus onze autres se recommandant par leur position dans l'hémisphère austral ou par l'importance de la ville qui les possède. Les latitudes sont empruntées au *Nautical Almanac*, qui donne, aussi, les fractions décimales de seconde; pour les longitudes, on s'est servi de la *Connaissance des Temps* de 1892.

Position géographique de Jérusalem.

Latitude 31°46′30″N.

Longitude 32°52′52″. *En temps :* $2^h 11^m 31^s5$E, Paris; $2^h 20^m 52^s4$E, Greenwich.

Altitude 779^m.

(*Connaissance des Temps* 1892.)

Observatoires.	Latitude.	Longitude en temps.
		h m s
Berlin (34^m)	52°.30′.16″,7 N	0.27.17,50
Bologne	44.29.47,0 N	1.35.27,80
Bruxelles (52^m)	50.51.10,7 N	2. 3.23,70
Cambridge (États-Unis)	42.22.48,0 N	7. 5.23,40
Copenhague (R.)	55.41.13,6 N	1.30.33,50

Observatoires.	Latitude.	Longitude en temps.
	° ′ ″	h m s
Genève (407^m)	46.11.58,8 N	1.56.15.6 O
Greenwich	51.28.38,1 N	2.20.52,4 O
Lisbonne (Obs. royal)	38.42.31,3 N	2.57.37,1 O
Madrid	40.24.29,7 N	2.35.37,6 O
Paris (59^m)	48.50.11 N	2.11.31,5 O
Poulkova	59.46.18,7 N	0.19.33.8 O
Rio de Janeiro	22.54.23,8 N	5.13.33.9 O
Rome (coll. rom.)	41.53.53,5 N	1.30.57,0 O
San Francisco	37.47.24,0 N	10.30.35,0 O
Vienne (Nouv. Obs.)	48.13.55,4 N	1.15.31,0 O
Washington (Obs. de la Marine)	38.53.38,8 N	7.29. 4,6 O

» Peut-être cette liste, attentivement revue par des hommes compétents, sera-t-elle acceptée par les puissances comme fixant le méridien de l'heure universelle. Dans ce cas, une convention internationale pourrait statuer qu'on lui fera subir chaque année toutes les corrections que pourrait exiger le progrès des méthodes et des instruments d'observation, mais que jamais le méridien initial ne sera fixé par un observatoire national. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en série des intégrales de certaines équations différentielles.* Note de M. R. LIOUVILLE.

« Les équations différentielles que j'ai surtout en vue dans cette recherche sont réductibles à cette forme

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} + a_1 y^3 + 3a_2 y^2 + 3a_3 y + a_4 + a_5 y^{-1} + a_6 y^{-2} + \ldots = 0$$

et leurs coefficients a_1, a_2, ..., liés à la variable x d'une manière quelconque, sont en nombre limité; mais il est facile d'apercevoir comment une méthode analogue s'appliquerait à des cas plus étendus.

» Les intégrales de l'équation (1) admettent des points critiques de deux sortes très différentes : ceux où quelques-unes des fonctions a_1, a_2, ..., deviennent infinies ou indéterminées, ceux qui rendent nulle ou infinie l'intégrale que l'on considère. Je m'occuperai seulement de la dernière catégorie et en particulier des infinis, dont l'étude est un peu plus simple.

» Près d'un point x_0, où les coefficients a_1, a_2, ..., n'offrent aucune

singularité, les intégrales qui cessent d'être finies sont données en général par la série suivante

$$(2) \qquad ht^{-1} + h_1 + h_2 t + h_3 t^2 + \ldots,$$

dans laquelle $t = (x - x_0)^{\frac{1}{2}}$; selon la détermination choisie pour t, l'on trouve ainsi deux intégrales : je les désignerai par y et v. Les coefficients $h, h_1, \ldots,$ contiennent x_0 et le second est nul si, par cette transformation

$$(3) \qquad y = Y - \frac{a_2}{a_1},$$

la seconde puissance de l'inconnue a disparu de l'équation différentielle proposée. Imaginons que la série (2) soit multipliée par une autre λ, procédant suivant les puissances entières et positives de $x - x_0$ et convergente pour les valeurs de t voisines de zéro; le produit $y^{(1)}$ vérifie, dans un certain domaine, une équation semblable à (1) (¹); le multiplicateur λ dépend en général de x_0 et x, c'est-à-dire est variable avec l'intégrale, y, que l'on étudie. Cela étant, il est aisé d'établir que les déterminants

$$(4) \qquad \Delta_p = \begin{vmatrix} h_{2p-1}, & h_{2p-3}, & \ldots, & h_3, & h_1 \\ h_{2p-2}, & h_{2p-4}, & \ldots, & h_2, & h \\ h_{2p-3}, & h_{2p-5}, & \ldots, & h_1, & 0 \\ \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots \\ h_p & h_{p-1}, & \ldots, & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

jouent le rôle d'invariants relatifs pour les transformations $y^{(1)} = \lambda y$ et, lorsqu'on a fait usage de la substitution (3), l'introduction de $y + \psi(x)$ au lieu de y ne pouvait laisser aucune trace. Les produits $\Delta_p . a_1^{\frac{p(p-1)}{4}}$ sont aussi des invariants relatifs pour les changements de variable; si l'on définit un de ces changements par l'équation $\frac{dX}{dx} = f(x)$, en désignant par $\varphi(x)$ ce que devient $\frac{1}{k_0}$ après y avoir remplacé x_0 par x, l'expression indiquée, $\Delta_p . a_1^{\frac{p(p-1)}{4}}$, se multiplie par $\left(\frac{\varphi}{f}\right)^{\frac{p(p+1)}{2}}$, c'est-à-dire est de poids $\frac{p(p+1)}{2}$. Soit

$$(5) \qquad \frac{dY}{dx} + A_1 Y^3 + 3 A_3 Y + A_4 + A_5 Y^{-1} + A_6 Y^{-2} + \ldots = 0$$

(¹) Toutefois le nombre de ses coefficients n'est pas limité.

l'équation (1), transformée d'après (3). Les expressions $A_{i+4}A_1^{i+2} = s_{i+3.i+1}$ et toutes celles-ci,

$$(6) \qquad s_{i+2.m+1} = A_1 \frac{ds_{i.m+1}}{dx} - is_{i.m+1}\left(\frac{dA_1}{dx} - 3A_1A_3\right),$$

qui s'en déduisent, sont des invariants relatifs pour les substitutions

$$y = y^{(1)}\varphi(x), \qquad \frac{dX}{dx} = f(x).$$

» Les nouveaux invariants, $\Delta_{p}.a_1^{\frac{p(p-1)}{4}}$, où l'on remplace x_0 par x, sont des fonctions rationnelles des précédents, $s_{i.m+1}$; mais leur définition est, on le voit, complètement différente, puisqu'ils concernent des transformations dans lesquelles le multiplicateur λ renferme x_0 et x.

» Dans le cas le plus simple,

$$(7) \qquad \frac{dy}{dx} + a_1 y^3 + 3a_2 y^2 + 3a_3 y + a_4 = 0,$$

pris ici pour exemple, on reconnaît que, si deux équations de cette forme se réduisent l'une à l'autre par une transformation telle que

$$(8) \qquad y^{(1)} = y\lambda(x_0, x),$$

elles ne sont pas vraiment distinctes et la réduction est possible sans que λ contienne x_0.

» Dans ce même cas, je suppose que, ayant désigné par ρ une seconde série, qui procède suivant les puissances entières et positives de $x_0 - x$, on ait choisi λ et ρ de telle manière que ces deux fonctions

$$y^{(1)} = \lambda y + \rho v, \qquad v^{(1)} = \lambda v + \rho y,$$

vérifient une équation différentielle

$$(9) \qquad \frac{dy^{(1)}}{dx} + b_1 y^{(1)^3} + 3b^2 y^{(1)^2} + 3b_3 y^{(1)} + b_4 = 0$$

du même type que (7). Les fonctions $\lambda + \rho$ et $\lambda\rho$, qui sont d'apparence uniforme, jouissent de propriétés dignes d'intérêt lorsque, l'équation (9) étant donnée, l'équation auxiliaire (7) est de celles que l'on sait intégrer; j'aurai, si l'Académie veut bien le permettre, quelques remarques à présenter sur ce sujet. Il n'y a aucune difficulté pour appliquer des considérations analogues aux équations plus générales du type (1); il faut alors

faire intervenir aussi les intégrales qui s'annulent en un point arbitraire x_0. »

OPTIQUE. — *Visibilité périodique des phénomènes d'interférence, lorsque la source éclairante est limitée.* Note de M. **Ch. Fabry.**

« Soit un appareil interférentiel quelconque, éclairé par une source de lumière monochromatique. La partie utilisée de la source est limitée à un certain nombre d'ouvertures percées dans un écran plan P. On observe les franges dans un plan P', aux environs d'un point O' de ce plan. Nous supposerons que *tous les points* de la partie découverte de la source envoient deux ondes aux points du plan P' voisins de O'.

» Prenons dans le plan P deux axes de coordonnées rectangulaires $y\mathrm{O}x$, et dans P' deux axes $y'\mathrm{O}'x'$. Un point $\mathrm{M}(x, y)$ du plan P envoie deux ondes au point $\mathrm{M}'(x', y')$ du plan P'; soit Δ leur différence de marche, qui est une fonction de x, y, x', y'. Si la partie découverte de la source est peu étendue autour du point O, et si l'on examine seulement ce qui se passe aux environs immédiats du point O', on peut écrire

$$\Delta = \Delta_0 + \mathrm{A}x + \mathrm{B}y.$$

Δ_0 représente la différence de marche des ondes envoyées par O en M'; c'est une fonction des coordonnées x', y' de ce point.

» L'orientation de l'axe $\mathrm{O}x$ étant à notre choix, nous pouvons en profiter pour faire disparaître le terme en y, et écrire

(1) $$\Delta = \Delta_0 + \alpha x.$$

» L'intensité lumineuse, étant la somme des intensités fournies par les différents points de la source, aura pour expression

$$\int\int\left(1 + \cos 2\pi\frac{\Delta}{\lambda}\right) dx\, dy,$$

l'intégration étant étendue à toute la surface libre du plan P et Δ ayant la valeur (1).

» Soit S la surface totale des ouvertures. Nous pouvons sans inconvénient diviser par ce facteur constant l'expression de l'intensité, et écrire

$$\mathrm{I} = 1 + \frac{1}{\mathrm{S}}\int\int \cos 2\pi\frac{\Delta_0 + \alpha x}{\lambda}\, dx\, dy.$$

» Une transformation facile permet de mettre cette expression sous la forme

$$(2)\qquad I = 1 + V\cos\left(2\pi\frac{\Delta_0}{\lambda} + \varphi\right),$$

et, si l'on pose

$$(3)\qquad F = \int\int \sin 2\pi\frac{\alpha x}{\lambda}\,dx\,dy, \qquad G = \int\int \cos 2\pi\frac{\alpha x}{\lambda}\,dx\,dy,$$

on aura

$$(4)\qquad V = \frac{\sqrt{F^2 + G^2}}{S}, \qquad \tang\varphi = \frac{F}{G}.$$

» Les franges brillantes auront pour équation

$$\Delta_0 = \left(K - \frac{\varphi}{2\pi}\right)\lambda.$$

» Si le point O éclairait seul, leur équation serait

$$\Delta_0 = K\lambda.$$

» La différence consiste en un déplacement d'une fraction de frange $\frac{\varphi}{2\pi}$, fraction qui dépend de la forme des ouvertures.

» L'intensité lumineuse varie seulement entre $1 + V$ et $1 - V$. Les franges seront d'autant plus nettes que V sera plus voisin de l'unité. Elles seront parfaites si $V = 1$ et absentes si $V = 0$ [1]. J'appellerai V le coefficient de visibilité des franges au point O'.

» *Analogie avec les formules de diffraction des ondes planes*. — Les intégrales F et G qui résolvent le problème que nous nous sommes posé sont de même forme que celles que l'on rencontre dans la théorie de la diffraction des ondes planes. Imaginons qu'une onde plane d'amplitude I tombe normalement sur l'écran P. Dans une direction faisant avec Oz un angle D, le plan de diffraction contenant Ox, on aura une vibration

$$\xi = A\sin\left(2\pi\frac{t}{T} + \psi\right).$$

Si l'on fait $\sin D = \alpha$, les valeurs de V et φ se déduisent très simplement

[1] La valeur de V calculée par l'expression (4) ne peut dépasser l'unité.

de A et ψ, car on a

$$V = \frac{A}{S}, \quad \varphi = \psi.$$

» On voit que si le problème de diffraction est résolu pour un certain écran, celui que nous venons de traiter le sera aussi, bien que les phénomènes n'aient au fond rien de commun.

» On peut déduire de cette analogie dans les formules l'existence générale de phénomènes périodiques dans la visibilité des franges.

» Si le plan P' se déplace parallèlement à lui-même, α variera, et V passera par une série de maxima et minima. Si donc on pointe successivement la lunette d'observation à différentes distances, on verra les franges alternativement nettes et troubles. Elles pourront même disparaître complètement si les ouvertures du plan P ont une forme convenable.

» Si l'on fait varier d'une façon continue la forme des ouvertures, on verra les franges se troubler et reparaître périodiquement; dans certains cas, elles pourront disparaître complètement entre deux apparitions. C'est en particulier ce qui arrive dans le cas d'une fente éclairante que l'on élargit progressivement.

» Je me propose d'examiner dans une prochaine Communication les cas les plus intéressants de visibilité périodique ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches de thermo-électricité.*
Note de MM. **Chassagny** et **Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Au cours de l'étude que nous poursuivons sur les éléments thermo-électriques, la comparaison de plusieurs couples formés de métaux différents nous a donné un précieux contrôle de l'exactitude de nos mesures.

» Ce contrôle consiste en ce que les nombres obtenus vérifient très exactement la loi des métaux intermédiaires.

» Pour des températures déterminées des soudures, on a, entre les forces électromotrices des couples formés par trois métaux A, B, C, la relation

$$E(AC) = E(AB) + E(BC).$$

» Les expériences sont disposées comme nous l'avons indiqué dans une

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille.

précédente Communication (¹). Pour assurer la même température aux soudures chaudes, les fils des métaux étudiés sont soudés à l'une de leurs extrémités dans une même masse de cuivre rouge. Les autres extrémités, soudées à des fils de cuivre, sont maintenues dans des enceintes à glace isolées par des cales de paraffine.

» Les expériences ont porté sur des couples formés des métaux suivants :

Fer, platine rhodié à 10 p. 100. Cuivre, platine pur.

» Voici les résultats d'une expérience où la soudure multiple était placée dans la vapeur d'eau bouillante :

Couples.	Forces électromotrices observées.
	volt
Fer-platine rhodié	0,0008945
Platine rhodié-cuivre	0,0001980
Platine rhodié-platine	0,0007897

» De ces nombres on déduit, pour les forces électromotrices des couples fer-cuivre, fer-platine, cuivre-platine, les valeurs suivantes, en regard desquelles nous avons placé celles qui ont été observées directement :

Couples.	Forces électromotrices calculées.	Forces électromotrices observées.
	volt	volt
Fer-cuivre	0,0010925	0,0010926
Fer-platine	0,0016842	0,0016842
Cuivre-platine	0,0005917	0,0005917

» Ces contrôles, qui étaient nécessaires pour la suite de nos recherches, donnent en même temps le degré de précision des mesures (²). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Électrolyse par fusion ignée du fluorure d'aluminium.* Note de M. **Adolphe Minet**.

« Dans les deux Notes (³) que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai montré que j'avais produit l'aluminium en électrolysant son fluorure à l'état fondu.

(¹) *Recherches de thermo-électricité* (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 477; 1890).

(²) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

(³) *Comptes rendus*, 17 février et 9 juin 1889.

» De nouvelles recherches m'ont permis de fixer la composition du bain électrolytique qui, pour des valeurs données de la *température* et de la *densité* du courant aux électrodes, correspond au meilleur rendement du système expérimenté; j'ai pu également déterminer les propriétés physiques du mélange des sels en fusion, et établir l'expression qui lie les constantes du courant à celles de l'électrolyte, à diverses périodes.

» *Composition du bain, ses propriétés, sa régénération.* — Le bain est formé d'un mélange de chlorure de sodium et de fluorure double d'aluminium et de sodium, répondant à la formule chimique, exprimée en équivalents : $6NaCl + Az^2Fl^3, 3NaFl$. Point de fusion : 675°. Point d'émission de vapeurs : 1035°. Densité à 820° : 1,76. Coefficient de dilatation à l'état fondu : 5×10^{-4}. Conductibilité électrique à 870° : 3,1. La conductibilité électrique, en fonction de la température, se calcule par la relation

$$C_t = 3,1[1 + 0,0022(t - 870°)].$$

» Pour un courant d'une intensité de 1200 ampères, la masse du bain est représentée par un poids de 20^{kg}. Dans ce cas, la densité du courant (intensité par centimètre carré de surface agissante) au pôle positif est de 1 ampère, la différence de potentiel est de $5^{volts},5$ aux électrodes.

» La composition du bain est maintenue constante, au fur et à mesure de la décomposition du fluorure d'aluminium, au moyen du mélange suivant :

Alumine hydratée, en partie desséchée.......	$6[Al^2O^3, 2HO] = 416,4$
Fluorure double d'aluminium et de sodium...	$Al^2Fl^3, 3NaFl = 210,4$
Oxyfluorure d'aluminium....................	$Al^2Fl^3, 3Al^2O^3 = 238,4$

» Ce mode d'alimentation permet de régénérer les deux tiers du fluor qui se dégage au pôle positif.

» Le niveau du bain reste à la même hauteur, par l'introduction d'un mélange de chlorure de sodium et de fluorure double d'aluminium et de sodium, aux proportions données plus haut.

» *Relation entre les constantes du courant et celles de l'électrolyte.* — Ce problème se divise en deux parties. Soient ε la différence de potentiel aux électrodes; e la force électromotrice de décomposition ; ρ la résistance de l'électrolyte, celle des électrodes étant négligeable; I l'intensité du courant; δ la densité du courant maximum aux électrodes, pour chacune des périodes étudiées.

» A. *Les sels qui composent le bain, sont chimiquement purs.*

» α. *Première période*, comprise entre la densité du courant aux électrodes égale à zéro, et celle pour laquelle la force électromotrice de polarisation a la même valeur que la force électromotrice de décomposition de l'électrolyte considéré.

» Pour les points les plus bas, la différence de potentiel peut s'exprimer par la relation $\varepsilon = KI$, la température restant constante. Vers la densité limite, la valeur de la différence de potentiel ne peut se calculer par une expression simple; j'ai pu toutefois déterminer, dans certains cas, la forme de cette expression.

» Pour une température de 870°, le maximum de la densité du courant aux électrodes, correspondant à la première période de l'électrolyse du bain étudié par nous, oscille entre $0^{amp},02$ et $0^{amp},03$.

» β. *Deuxième période*. — A partir du moment où la force électromotrice de polarisation est égale à la force électromotrice de décomposition de l'électrolyte considéré, jusqu'à une densité de courant au pôle positif qui, pour notre bain au fluorure, atteint une valeur de 1 ampère, la différence de potentiel s'exprime par la relation $\varepsilon = e + \rho I$.

Voici les chiffres mêmes de l'expérience :

Température 852°. $e = 2,15$, $\rho = 0,01$.			Température 890°. $e = 2,40$, $\rho = 0,0044$.			Température 980°. $e = 0,34$, $\rho = 0,0033$.		
	ε			ε			ε	
I.	mesurée.	calculée.	I.	mesurée.	calculée.	I.	mesurée.	calculée.
amp	volts	volts	amp	volts	volts	amp	volts	volts
130	3,50	3,45	196	3,26	3,26	572	4,23	4,23
150	3,70	3,65	403	4,12	4,17	650	4,48	4,48
175	3,95	3,90	585	5,05	4,97	910	5,30	5,54
215	4,30	4,30	885	6,18	6,29	1030	5,78	5,74
245	4,60	4,60						

» La densité du courant au pôle négatif n'est limitée que par l'échauffement dangereux dû au passage du courant.

» γ. *Troisième période*. — Pour des densités de courant supérieures à 1 ampère, la valeur de la différence de potentiel ne peut plus se calculer en fonction de l'intensité par une expression simple. Elle atteint rapidement une quantité voisine de celle d'un arc électrique; soit, 30 à 40 volts.

» B. *L'électrolyte est mélangé avec des proportions de sels étrangers :* sels de fer et de silicium, pour le cas qui nous occupe. Lorsqu'on maintient, dans

certaines limites, la densité du courant au pôle positif, ces sels se décomposent suivant la loi de Sprague. Voici les nombres obtenus sur un bain où les sels de fer et de silicium ont été successivement éliminés :

Température 810° (sels de fer). $e = 0,75$, $\rho = 0,0093$.			Température 840° (sels de silicium). $e = 1,37$, $\rho = 0,0089$.			Température 870° (sels d'aluminium). $e = 2,15$, $\rho = 0,0085$.		
	ε			ε			ε	
I.	mesurée.	calculée.	I.	mesurée.	calculée.	I.	mesurée.	calculée.
amp	volts	volts	amp	volts	volts	amp	volts	volts
75	1,45	1,45	65	1,95	1,95	100	3,00	3,75
147,5	2,20	2,11	137,5	2,65	2,61	130	3,28	3,00
225	2,85	2,85	217,5	3,35	3,31	187,5	3,75	3,25

» Il est à remarquer que, dans ces dernières expériences, la résistance ρ de l'électrolyte est restée constante, la composition du bain au fluorure d'aluminium étant celle que nous avons indiquée en commençant; les sels de fer et de silicium, qui le souillaient, s'y trouvaient en très petite quantité.

» Nous aurions encore quelques observations à faire relativement à une méthode d'analyse du bain, aux appareils de mesure de la température et du courant électrique, aux phénomènes que l'on observe lorsque, après le passage du courant, l'électrolyte réagit comme pile secondaire. Ces observations feront l'objet de Notes prochaines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amylamines*. Note de M. A. Berg, présentée par M. Friedel.

« Le travail publié récemment par M. Malbot (1), sur la préparation de la monoisobutylamine, m'oblige à faire connaître quelques faits nouveaux que j'ai observés dans la préparation des ammoniaques composées et que je ne comptais publier que plus tard, cette préparation ne constituant pas la partie principale du travail que je poursuis.

» Ayant eu besoin des mono- et diamylamines pour la préparation de leurs dérivés chlorés que j'ai fait connaître antérieurement (2), j'ai été

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 528; 1890.
(2) *Ibid.*, t. CX, p. 862; 1890.

conduit à modifier les conditions de leur production, dans l'espoir d'obtenir de préférence les bases primaires et secondaires. Je suis arrivé à des résultats satisfaisants.

» M. Malbot, en faisant agir l'ammoniaque aqueuse concentrée sur le chlorure d'amyle en proportion équimoléculaire, a obtenu surtout la triamylamine ([1]). En ajoutant de l'alcool au mélange, j'ai obtenu des résultats tout autres.

» J'ai fait agir sur une molécule de chlorure d'amyle une molécule d'ammoniaque en solution aqueuse saturée en additionnant le mélange d'assez d'alcool à 92° pour dissoudre le tout (environ le double du poids du chlorure). Après huit ou neuf heures de chauffe à 110°-120°, on met fin à l'opération. Les matras contiennent un dépôt de sel ammoniac mêlé d'un peu de chlorhydrate de diamylamine. Le liquide séparé est saturé par l'acide chlorhydrique et distillé pour séparer l'alcool et l'éther qui n'a pas réagi (on en retrouve environ un septième).

» Le liquide restant se prend par refroidissement en une masse de paillettes ressemblant à des écailles de poisson. C'est le chlorhydrate de diamylamine, que l'on peut séparer presque totalement par concentrations successives. En le faisant recristalliser une ou deux fois dans l'eau bouillante, en présence d'un peu de noir, on l'obtient absolument pur en magnifiques paillettes à éclat micacé.

» Lorsque les eaux mères d'où s'est séparé ce sel ne cristallisent plus nettement, on les évapore à sec et on met les bases en liberté par la soude ou la potasse. La couche surnageante, séchée et rectifiée, fournit surtout de la monoamylamine presque pure, et il reste en petite quantité un mélange de di- et de triamylamine.

» Les proportions des bases ainsi obtenues sont sensiblement : monoamylamine 6 parties, diamylamine 9 parties, triamylamine $\frac{1}{2}$ à 1 partie. La base quaternaire manque totalement.

» J'ai observé que l'on peut, sans changer sensiblement les proportions des bases, n'employer que la moitié de la quantité d'alcool indiquée plus haut. Il reste alors une certaine quantité de chlorure d'amyle non dissous, mais dont la solution s'opère à mesure que la réaction se fait.

» L'ammoniaque alcoolique fournit des résultats semblables, mais avec prédominance de la base secondaire.

» Pour obtenir la monoamylamine tout à fait pure, j'ai appliqué la méthode donnée par MM. Duvillier et Buisine pour les méthylamines et les éthylamines, méthode qui leur a permis de séparer les diverses bases de la triméthylamine commerciale.

» La solution aqueuse étendue d'amylamine est additionnée peu à peu d'une quantité convenable d'oxalate d'éthyle, en évitant l'échauffement.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, p. 503; mars 1888.

Il se forme un abondant précipité de diamyloxamide presque entièrement insoluble dans l'eau. Ce précipité est lavé à l'eau bouillante et essoré.

» Les eaux mères, additionnées des eaux de lavage de l'oxamide et évaporées, ont fourni une cristallisation abondante d'un corps que l'analyse a fait reconnaître pour l'amyloxamate d'amylamine

$$\begin{array}{l} CO-AzHC^5H^{11} \\ COOH.AzH^2C^5H^{11}. \end{array}$$

» Ce composé, très soluble à chaud, l'est beaucoup moins à froid, ce qui permet de l'obtenir très pur. Il se prête admirablement à la purification de la base primaire, car il se décompose très aisément par la potasse aqueuse, tandis que la diamyloxamide est plus difficilement attaquée dans ces conditions.

» Traité par le chlorure de calcium, l'amyloxamate d'amylamine donne un précipité pur, soluble à froid, d'amyloxamate de chaux. Ce sel repris par l'eau chaude s'obtient en petites lamelles brillantes hydratées, bien cristallisées.

» J'ignore encore si la production d'amyloxamate d'amylamine est due à l'action directe de l'éther oxalique sur la base, ou à celle de l'eau bouillante sur la diamyloxamide. C'est ce que je compte élucider par de nouvelles expériences.

» J'ajouterai qu'ayant traité de la même façon le chlorure d'isobutyle, j'ai obtenu surtout la base primaire. Il s'en forme une quantité double des autres bases dans lesquelles la triisobutylamine n'entre que dans de faibles proportions [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Les artères et les veines des nerfs.* Note de MM. QUÉNU et LEJARS, présentée par M. Verneuil.

« La description anatomique des artères et des veines des nerfs, négligée jusqu'ici, nous paraît présenter quelque intérêt à une époque où le rôle pathologique des névrites semble acquérir de plus en plus d'importance.

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Marseille.

Nous avons pu entreprendre cette étude grâce à un procédé d'injection imaginé par l'un de nous, et reconnaître dans l'appareil circulatoire des troncs nerveux une série de dispositions constantes.

» Nous nous bornons aujourd'hui à exposer la distribution des vaisseaux sanguins dans la portion cervicale des nerfs *pneumogastrique et grand sympathique* et dans les *nerfs récurrents*.

» Le *récurrent* reçoit tous ses rameaux artériels de la thyroïdienne inférieure : c'est encore cette artère qui fournit seule au pneumogastrique et au sympathique, dans leur moitié inférieure; plus haut, les autres vaisseaux nerveux, très abondants surtout au niveau du ganglion cervical supérieur et du plexus gangliforme du pneumogastrique, émanent de la thyroïdienne supérieure. Ainsi, dans leur portion cervicale, *les trois nerfs sont exclusivement irrigués par les artères thyroïdiennes*.

» Il y a là une explication toute naturelle des aphonies passagères, des troubles respiratoires et vaso-moteurs, passagers aussi, qu'on a notés à la suite de thyroïdectomies, sans lésions mécaniques des nerfs, à la suite de ligatures de la carotide primitive ou des artères thyroïdiennes; peut-être même cette communauté circulatoire doit-elle intervenir dans la pathogénie de certaines formes de goître exophtalmique.

» Les branches artérielles abordent le cordon nerveux obliquement ou après avoir décrit un trajet récurrent; elles se bifurquent et rampent à la surface du nerf en longues arcades anastomotiques, avant de plonger dans son épaisseur.

» Les *veines des nerfs* sont encore plus richement développées que les artères, et cette abondante vascularisation, qui prête aux phénomènes congestifs, n'est pas sans importance dans le mécanisme, encore si obscur, des névralgies. Ces veines ne sont pas toujours satellites des artères; elles couvrent d'un très beau plexus les ganglions du sympathique et du pneumogastrique; elles se rendent : 1° *dans le réseau des vasa vasorum* des carotides primitive et interne, créant ainsi des connexions extrêmement intimes entre la paroi artérielle et les troncs nerveux qui l'accompagnent; 2° *dans les veines thyroïdiennes*, et spécialement dans un lacis de veines musculaires, qui revêtent la paroi latérale du pharynx; en dehors, d'autres rameaux rejoignent aussi les veines qui rampent au-devant des vertèbres et dans l'épaisseur des muscles prévertébraux.

» En résumé, les veines de ces troncs nerveux aboutissent à *des veines musculaires;* or, c'est là une disposition générale que nous avons retrouvée également dans les membres. Si l'on admet que la contraction du muscle

strié soit un important facteur (sinon le principal) dans la circulation des petites veines périphériques, on verra, dans le fait anatomique que nous signalons, une disposition très favorable à l'expulsion du sang noir hors des troncs nerveux. La veine du muscle jouerait, pour ainsi dire, le rôle d'un *appareil de chasse* pour le sang veineux du nerf. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les changements de couleur chez la Grenouille commune* (Rana esculenta). Note de M. **Abel Dutartre**, présentée par M. Chauveau.

« D'après les travaux de M. Pouchet, la coloration verte et dorée des Batraciens est produite par des chromoblastes jaunes et des iridocystes bleus dont le mélange donne sur la rétine l'impression du vert.

» Des chromotaphores noirs, contenus dans le derme et dans l'épiderme, peuvent, en s'étendant en réseau, recouvrir plus ou moins les autres chromoblastes et donner ainsi toutes les nuances entre le brun foncé et le vert jaunâtre ou bleu clair.

» Dans cette Note, j'étudierai les principales conditions qui régissent les mouvements de ces chromatophores mélaniques.

» 1° *Action des différents rayons du spectre.* — Dans le plus grand nombre d'expériences, la lumière solaire traversait des écrans liquides colorés, ne laissant passer qu'un seul rayon ou deux rayons voisins. Dans une autre série d'expériences, on a employé un spectre produit par un réseau éclairé au moyen d'un héliostat. Les résultats sont les mêmes.

» La lumière blanche et la lumière jaune provoquent rapidement la contraction (mise en boules) des chromatophores, c'est-à-dire l'éclaircissement complet. Le rouge et le vert produisent le même mouvement, mais un peu moins vite. Le bleu et le violet, de même que l'obscurité, font mettre les chromatophores en réseau, et l'animal devient plus ou moins foncé, même noir.

» La rapidité de ces changements et leur étendue varient suivant la richesse en pigment. Dans ces expériences, les mouvements des chromatophores sont soumis en premier lieu à une action réflexe provoquée par la vision, mais en outre à une action directe de la lumière sur la peau, comme le montre l'expérience :

» De deux Grenouilles de même taille et même coloration, changeant de couleur également vite, l'une est aveuglée, soit par extirpation du cristallin, soit par injec-

tion de nitrate d'argent. Placées successivement dans les différentes lumières, ces deux Grenouilles changent également de couleur, l'aveugle avec un retard variable (une demi-heure en moyenne).

» 2° *Action des fonds.* — La Grenouille peut se mettre rapidement en harmonie avec le fond sur lequel elle se trouve, bien entendu entre les limites du brun foncé au jaune verdâtre.

» Ce phénomène de mimétisme est sous l'action directe des yeux. A la lumière diffuse, une Grenouille aveugle ne change pas de couleur, quel que soit le fond sur lequel on la place.

» 3° *Système nerveux.* — Les mouvements des chromatophores sont régis par le système nerveux sympathique, comme le montrent les expériences suivantes :

» *a.* Sur une Grenouille foncée, on excite le bulbe par un courant assez violent : tétanos et éclaircissement général.

» *b.* On recommence la même expérience après avoir sectionné la moelle au-dessus de l'origine des nerfs lombaires. Bien que le train postérieur ne présente pas de tétanos, il participe à l'éclaircissement général.

» *c.* On coupe les rameaux communiquants du sympathique d'un côté du corps. La Grenouille fatiguée par l'opération est placée dans le bleu ou à l'obscurité jusqu'à ce qu'elle soit presque noire. On excite le bulbe : le côté sain devient jaune; celui dont le sympathique a été coupé reste noir; si un rameau communiquant échappe à la section, on remarque un éclaircissement partiel dans la région correspondante.

» *d.* On coupe le sciatique en respectant l'artère. L'excitation du bout central produit un éclaircissement complet. Ceci n'a plus lieu si l'on a détruit préalablement les filets sympathiques du plexus lombaire.

» Toute excitation violente, section ou piqûre des centres nerveux, toute cause pouvant entraîner la mort ou tout au moins un affaiblissement considérable, provoquent la contraction en boules des cellules pigmentaires, mais toujours par excitation du système nerveux sympathique ([1]). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'autotomie chez la Sauterelle et le Lézard.* Note de M. Ch. Contejean, présentée par M. Milne-Edwards.

« M. Frédéricq, de Liège, a établi que l'amputation des pattes, chez le Crabe, est un phénomène réflexe, soustrait à la volonté de l'animal, et qui est toujours provoqué par une excitation portée sur l'un des articles du

([1]) Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Besançon.

membre sacrifié. Il a montré aussi que les Lézards suspendus par la queue ne parviennent jamais à la rompre, si l'on évite avec soin tout froissement de cet organe; il en conclut que, chez ces animaux, l'autotomie est encore sous la dépendance d'un acte réflexe, et il fait rentrer dans cette catégorie tous les cas de mutilation en apparence volontaire présentés par les Insectes, les Vers, les Échinodermes, etc. Quelques expériences, que j'ai faites sur la Sauterelle et le Lézard, me permettent d'apporter de nouvelles preuves à l'appui de cette opinion.

» Si l'on attache une Sauterelle par une de ses pattes sauteuses, l'insecte, poursuivi par une baguette de fer rouge, ne parvient jamais à se délivrer en se débarrassant du membre entravé; tandis que ce membre se rompt aussitôt, si la cautérisation porte sur lui. Toute excitation brusque, électrique, chimique, mécanique ou thermique, appliquée sur le fémur d'une des pattes sauteuses, provoque son détachement; le succès de l'expérience est bien moins certain si l'on irrite le tibia. L'excitation électrique est celle qui donne les résultats le plus assurés : la section du fémur reste parfois sans effet; si l'on touche le moignon avec la pince électrique, il tombe aussitôt. L'expérience réussit très bien, non seulement sur un animal décapité, mais sur un métathorax isolé. On est donc bien en présence d'un acte réflexe, ayant pour centre la troisième paire de ganglions thoraciques. L'intégrité de ces deux ganglions est absolument nécessaire, car je n'ai pu obtenir l'amputation des pattes sur des individus dont les ganglions métathoraciques avaient été séparés l'un de l'autre. Cette séparation doit être faite avec précaution, un brusque coup de ciseaux déterminant parfois la chute des pattes par excitation directe du centre.

» L'autotomie a lieu au niveau de l'articulation de la hanche et du fémur (dans les pattes sauteuses, le trochanter fait défaut). Cette articulation figure un angle aigu dont le sommet est dirigé vers le sol, et dont un des côtés, très court, est représenté par la hanche, l'autre, très long, par le fémur. Au moment de la rupture, la hanche, dont la position normale est presque verticale, s'incline violemment en arrière et se place horizontalement. Le fémur, retenu par l'instrument qui le tourmente, ou, dans la nature, par l'animal ennemi, ne peut suivre le mouvement de la hanche. La capsule articulaire rompt dans la concavité de l'angle aigu devenu obtus, et quelques mouvements latéraux très vifs de la hanche complètent le détachement. Le moignon garde encore quelque temps sa position horizontale.

» Un point d'appui pour le fémur est absolument indispensable. En effet, si l'on saisit avec une pince l'animal par le pronotum, et qu'on dirige sur la cuisse le dard d'un chalumeau, on peut brûler complètement le membre sans en déterminer la chute, l'angle du fémur et de la hanche ayant toujours la même ouverture. On peut aussi, avec un chalumeau, brûler la queue d'un Lézard sans la faire tomber, si cet organe est laissé libre de tout mouvement. Chez le Crabe, d'après M. Frédéricq, la patte qui rompt trouve le point d'appui nécessaire sur la carapace.

» Pour arracher une patte sauteuse à une Sauterelle d'un poids inférieur à 3gr, j'ai dû exercer un effort de 187gr. La séparation a eu lieu entre la hanche et le thorax. M. Frédéricq a obtenu aussi des chiffres considérables en expérimentant sur le Crabe et sur l'Orvet.

» On ne peut provoquer l'autotomie sur des Sauterelles et des Lézards affaiblis par un jeûne prolongé. J'ai constaté aussi que des Lézards refroidis artificiellement ne peuvent plus rompre leur queue. En général, les expériences réussissent d'autant plus facilement et sont d'autant plus brèves que l'animal est plus actif.

» Chez le Lézard, comme chez la Sauterelle, l'excitation électrique est celle qui donne le plus de succès. On opère en soulevant avec précaution un Lézard par la queue, dont on sectionne l'extrémité. Si la rupture ne s'est pas produite, on applique la pince électrique sur la plaie. La queue se brise alors en dessous du point retenu par l'opérateur.

» Des Lézards attachés par la queue et excités avec un fer rouge ne rompent le membre qui les retient captifs que lorsqu'on le touche avec la baguette rougie.

» On provoque plus facilement l'autotomie sur un Lézard décapité que sur un animal intact, l'action modératrice des réflexes exercée par l'encéphale étant supprimée. Un animal, coupé en deux immédiatement en avant des pattes postérieures, peut encore rompre sa queue. L'expérience ne réussit plus si la section est faite immédiatement derrière ces membres, même si l'on remplace par un poids la résistance passive du corps absent. Le centre du réflexe se trouve donc entre les pattes postérieures.

» Le détachement de la queue se fait par le mécanisme suivant :

» L'organe excité se ploie latéralement en figurant un S couché ∽, autant que le permet la résistance du poids de l'animal. Ce mouvement extrêmement brusque détermine un commencement de rupture vers le côté convexe d'une des deux courbures, le plus souvent de celle voisine de l'extrémité caudale. Des tremblements convulsifs achèvent de mettre l'animal en liberté. La rupture a lieu, comme on sait, au milieu d'une vertèbre, point restant cartilagineux chez les individus adultes.

» Si l'on fait une série de coupes sur un fragment de queue décalcifié par l'acide picrique, on voit que les vertèbres renflées aux deux extrémités sont considérablement amincies en leur milieu. Une gaine épaisse de tissu conjonctif muqueux les entoure. Cette gaine est enveloppée elle-même par huit faisceaux musculaires alternant avec les vertèbres. Enfin, deux rangées d'écailles recouvrent chaque myomère. Les quatre muscles latéraux envoient de grêles filets au disque mince de fibro-cartilage situé au milieu de chaque vertèbre. Les deux muscles supérieurs ont aussi des insertions sans importance avec les apophyses épineuses, et les deux muscles inférieurs avec les os en V. Mais la partie principale de chacun de ces faisceaux musculaires n'a aucune insertion osseuse. Deux plans aponévrotiques accolés, en continuité avec les enveloppes des muscles, divisent le tissu muqueux en tronçons correspondants aux myomères. Ils se séparent sur le disque de fibro-cartilage formant une collerette au milieu de la vertèbre et là se réfléchissent sur les deux portions de l'os. Les fibres du cartilage sont,

comme ces cloisons aponévrotiques, dirigées perpendiculairement à l'axe de la vertèbre. En somme, les zones de moindre résistance présentées par la queue sont précisément indiquées par ces cloisons accolées; elles se séparent avec les myomères lorsque l'animal replie brusquement le membre irrité, et la vertèbre rompt derrière le fibro-cartilage. Les muscles se rétractant, de part et d'autre, empêchent le sang de s'écouler [1]. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La pourriture du cœur de la Betterave.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai pu suivre cette année, près de Mondoubleau (Loir-et-Cher), les phases d'une maladie de la Betterave qui a fait chez moi de grands ravages. Je la crois identique à celle qui a été étudiée et décrite en Allemagne sous le nom de *pourriture* du cœur de la Betterave, parce que le caractère le plus saillant de la maladie, celui qui seul a attiré l'attention des observateurs, consiste en ce que les jeunes feuilles du cœur meurent, se dessèchent et deviennent noires. Le mal a été attribué à l'infection de la Betterave par un Champignon nommé par Fuckel *Sporidesmium putrefaciens*.

» C'est à la fin d'août et au commencement de septembre que j'ai vu apparaître la maladie dans un champ de Betteraves qui promettait une belle récolte. Avant que la mort et le noircissement des feuilles du cœur se produisissent, la maladie se manifesta par un autre caractère très général et très constant qui n'avait pas encore été signalé. Les grandes feuilles bien développées, au lieu de demeurer un peu dressées, s'abaissaient vers la terre, à peu près comme si elles avaient été fanées, mais ne se relevaient pas pendant la nuit; elles devenaient jaunes, souvent sur une moitié seulement de leur étendue, et finissaient par se dessécher plus ou moins complètement. J'ai pu constater, sur des milliers de plantes, que cet abaissement des feuilles, accompagné d'un dessèchement partiel ou complet du limbe, est la conséquence d'une altération spéciale du long et robuste pétiole de la feuille qui présente, sur une grande partie de sa longueur, souvent même sur toute son étendue, une vaste tache blanchâtre entourée d'une auréole brune. Elle correspond à une désorganisation plus ou moins profonde de la partie supérieure du tissu sous-jacent; sa couleur d'un blanc fauve est causée par l'air qui pénètre tout le parenchyme desséché et

(1) Je termine en adressant tous mes remerciements à mon ancien maître, M. le professeur Charbonnel-Salle, qui m'a guidé de ses conseils.

bruni que recouvre l'épiderme. L'abaissement de la feuille vers le sol est dû à l'inégalité de tension des tissus de la face inférieure du pétiole qui sont demeurés sains et de ceux de la face supérieure qui sont désorganisés. D'ordinaire le mal pénètre profondément et atteint les faisceaux fibro-vasculaires dont la couleur brune signale l'altération qui s'étend au delà de la tache. Non seulement la partie du limbe correspondant aux faisceaux envahis par le mal dans le pétiole jaunit et se dessèche, mais la désorganisation gagne en suivant les faisceaux jusqu'au cœur même de la Betterave et, envahissant les tissus jeunes du collet qui entourent le bourgeon terminal, entraîne la mort de toutes les feuilles naissantes. C'est alors qu'apparaît le noircissement et le dessèchement de ces petites feuilles du cœur qui se contournent et se couvrent d'un velouté d'un noir olive que l'on a décrit comme formé par le *Sporidesmium putrefaciens* de Fuckel.

» Les grandes taches blanchâtres des pétioles sont dues à l'invasion d'un Champignon parasite, dont j'ai trouvé le mycélium aussi bien dans le tissu mortifié et brun, jusqu'au cœur de la Betterave, que dans les cellules de l'épiderme des taches. Ce parasite fructifie en abondance, en produisant des pycnides brunâtres qui se distinguent à l'œil nu comme de petits points noirâtres dont est semée la tache blanche. On doit le rapporter au genre *Phyllosticta*....

» Le velouté noir-olive des petites feuilles du cœur est formé de touffes pressées de filaments noirs qui portent des fructifications de diverses sortes que l'on doit rapporter aux formes *Cladosporium, Macrosporium* et *Alternaria*, et qui me paraissent répondre très bien à celles que Tulasne a figurées et décrites comme correspondant au *Pleospora herbarum*. C'est sans doute à ce Champignon polymorphe que l'on a attribué la maladie, en le désignant comme étant le *Sporidesmium putrefaciens* de Fuckel. Cependant, comme la figure publiée par Fuckel ne répond à aucune des formes que j'ai observées sur les petites feuilles noires du cœur de la Betterave, je n'ose pas affirmer qu'il s'agit bien de la même plante. La marche de la maladie me fait penser que le Champignon noir qui couvre les petites feuilles du cœur n'est pas, comme on l'a supposé, un parasite spécial, attaquant les organes encore vivants, mais bien cette espèce à formes si diverses, qui se développe partout en plein air sur les parties mortes des plantes, et je regarde comme cause véritable de la dangereuse maladie de la pourriture du cœur de la Betterave le *Phyllosticta* des taches des pétioles, que je propose de nommer *Phyllosticta tabifica*.

» Vers le 15 septembre, le mal avait atteint à peu près son apogée; à

partir de ce moment, il se développa autour du cœur mort, à l'aisselle des feuilles inférieures insérées sur une partie demeurée saine du collet, des bouquets de petites feuilles qui sont restées très vertes et ont fourni à la plante un nouveau feuillage, grâce auquel elle a pu végéter encore jusqu'à l'époque normale de l'arrachage; mais souvent ces pousses étaient peu nombreuses, restaient faibles, et n'ont permis à la Betterave que de continuer une vie languissante. Sur un certain nombre de pieds il ne s'en est pas produit, et la vie de la plante s'éteignait vers la fin de septembre ou le commencement d'octobre. J'ai relevé, sur une rangée prise au hasard dans le champ, le nombre de pieds sains, de pieds atteints au cœur par la maladie, mais végétant encore au milieu d'octobre, et de pieds morts. J'en ai trouvé 177 sains, 332 atteints au cœur et 32 morts. La quantité des pieds atteints au cœur ou morts est donc plus que double de celle des pieds sains.

» On voit quelle perte énorme a causé la maladie de la pourriture du cœur dans le cas particulier que j'ai étudié. La connaissant mieux, on pourra, j'espère, en arrêter à l'avenir le développement. Puisque c'est sur les pétioles des feuilles que se forment les premiers foyers du mal, on devra, dès que l'on verra les feuilles de Betterave s'abaisser d'une façon insolite, couper toutes celles qui présenteront de grandes taches blanchâtres à la surface de leur pétiole. On évitera ainsi, je pense, si l'opération est faite à temps, que le mal ne gagne le corps même de la Betterave et l'on empêchera la pourriture du cœur de se produire. »

SISMOLOGIE. — *Mouvements sismiques du Chili; tremblements de terre du 23 mai* 1890. Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. A. Fouqué.

« Parmi les dix-huit à vingt tremblements de terre de moyenne intensité ressentis au Chili dans l'année 1889-1890, il y a lieu de signaler quelques particularités relatives au plus intense d'entre eux, à celui du 23 mai 1890, que j'ai observé à Santiago et suivi dans ses phases successives; par son intensité, il peut être rangé dans la classe VIII de l'échelle Forel-Rossi.

» La première secousse se fit sentir à $12^h 10^m$ de la nuit, du 23 au 24 (heure de Santiago); elle fut précédée d'un bruit souterrain très intense, profond, prolongé; on peut le comparer à un vent très violent soufflant sans intermittence, plutôt qu'au bruit d'une voiture fortement chargée courant sur un chemin pavé. Les vitres, les portes, les fenêtres, tout était ébranlé et criait; les dormeurs étaient brusquement éveillés. A Santiago, dans l'espace d'une demi-heure, il se produisit cinq secousses;

la première, la plus forte, dura environ trente-huit secondes; la deuxième vingt et une secondes; la troisième seize secondes; la quatrième douze secondes, et la cinquième sept secondes.

» Le phénomène sismique avait une direction générale est-ouest, ou de la grande Cordillère à la mer, embrassant une zone passant par les départements des Andes, San Felipe, Valparaiso, etc., au nord; Curico, Talca, etc., au sud, décrivant une ellipse dont un des foyers devait passer par Quillota. Cette courbe, allongée considérablement du nord au sud, rencontrait à l'est la grande Cordillère et à l'ouest la mer. La première secousse se fit sentir presque en même temps aux divers points de la zone ébranlée.

» A la localité nommée les Andes, au pied de la grande Cordillère, le mouvement sismique se produisit à $12^h 10^m$ et dura trente-huit secondes, avec bruits souterrains, bruissement des portes et des fenêtres ébranlées; le mouvement semblait venir de l'est ou de la Cordillère, et se propageait vers la côte ou à l'ouest. Malgré la brusquerie et la violence de la première secousse, il n'y eut ni objets renversés, ni maisons lézardées. A San Felipe, dans la même province d'Aconcagua, le mouvement séismique se manifesta avec les mêmes caractères et la même intensité. Mais ce fut à Quillota, entre Valparaiso et Santiago, dans la Cordillère maritime, que le mouvement fut le plus intense : c'est là que devait se trouver l'épicentre. La première secousse, la plus forte, se produisit à $12^h 9^m$; l'oscillation semblait suivre une déviation nord-sud. Quelques dormeurs furent projetés hors de leur lit; les bruits souterrains précurseurs de la secousse furent très intenses; les habitants, épouvantés, cherchaient la sécurité dans les rues. Une deuxième secousse se fit sentir à $12^h 15^m$; vingt minutes plus tard, à $12^h 44^m$, répétition des mêmes phénomènes sismiques; les bruits souterrains, sourds et prolongés, se continuèrent pendant une partie de la nuit; des secousses, dont l'intensité diminue progressivement, se font sentir encore à $1^h 3^m$ du matin, $1^h 11^m 30^s$, $1^h 32^m$, $2^h 5^m$ et $7^h 30^m$.

» Les intervalles entre les secousses consécutives ont été, de la première secousse à la deuxième de six minutes, de la deuxième à la troisième de vingt-neuf minutes, de la troisième à la quatrième de dix-neuf minutes, de la quatrième à la cinquième de huit minutes trente secondes, de la sixième à la septième de trente-trois secondes, et enfin de la septième à la huitième de quatre heures quarante-cinq minutes trente secondes.

» A Curico, à Tolca, à San Fernando, à Linarès, villes situées au sud de Quillota et de Santiago, les secousses ont été moins intenses que dans les départements de San Felipe, Andes, Quillota, etc.

» A Quillota, que nous considérons comme un centre d'ébranlement, les bouteilles, les verres, les pots à fleurs étaient renversés, les tableaux appendus aux murs tombaient, les murs des édifices lézardés et quelques-uns renversés.

» Les tremblements de terre du Chili affectent deux directions générales, normales entre elles, en relation d'ailleurs avec la structure orographique du pays et les systèmes de failles : les uns prennent la direction nord-sud, parallèlement à la Cordillère et suivant les cassures strati-

graphiques qui ont formé la grande dépression ou vallée longitudinale comprise entre les deux chaînes; les autres prennent la direction est-ouest, ou normalement à la Cordillère, en relation avec un autre système de cassures, et dont l'extension est limitée d'un côté par le Pacifique, de l'autre par la grande Cordillère; quelques-uns enfin croisent angulairement les deux principales directions et paraissent dus à des ondes terrestres réfractées ou réfléchies.

» M. Obrecht, ancien élève de l'École Polytechnique, directeur de l'Observatoire astronomique de Santiago, a bien voulu me communiquer les observations de la Section météorologique relatives aux mouvements du sol et aux bruits souterrains. Voici, en résumé, ces observations, qui intéressent principalement la Météorologie endogène et la Physique du globe.

			h m s	
1889.	Juin	10.	0.42.30.	Tremblement, mouvement du sol; deux secousses à douze minutes d'intervalle, sans bruits.
	Juin	19.	18. 0. 0.	Mouvement fort et prolongé.
	Juill.	2.	21.13.15.	Mouvement léger.
	Juill.	11.	20.58.35.	Mouvement sans bruit, deux secousses à intervalle de dix secondes.
	Juill.	25.	0.31.40.	Mouvement léger (tremblement léger).
	Juill.	25.	16.50. 0.	Fort mouvement, direction sud-ouest à nord-est.
	Sept.	12.	14.30. 0.	Secousse de six secondes, direction est à ouest.
	Sept.	12.	23.53.10.	Mouvement prolongé.
	Oct.	1.	5.14.28.	Mouvement léger.
	Oct.	11.	12.15.30.	Fort mouvement du sol.
	Oct.	24.	»	Mouvement dans la nuit.
1890.	Févr.	1.	7.50.19.	Mouvement, durée trente secondes.
	Mars	15.	2.39.14.	Tremblement fort, précédé et suivi de bruits souterrains, durée dix-sept secondes, direction nord à sud.
	Avril	7.	11.19.59.	Deux secousses à intervalle de cinq secondes, précédées de bruits souterrains, durée trente secondes, direction sud à nord.
	Avril	27.	9. 3. 0.	Mouvement, direction est à ouest.
	Mai	23.	12.10. 0.	Tremblement fort et prolongé, bruits souterrains, direction est à ouest.
	Juin	14.	3.55.50.	Deux secousses sans bruit.
	Août.	9.	7.35. 0.	Mouvement, durée dix secondes.

» Sur ces 18 tremblements bien constatés, 5 ont eu lieu au printemps de l'hémisphère austral, 1 en été, 4 en automne, 8 en hiver. Sur les 6 dont la direction du mouvement a été déterminée exactement, 3 ont une direc-

tion est-ouest, 1 une direction sud-ouest à nord-est, 1 une direction nord à sud, et enfin 1 une direction sud à nord. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Expériences sur la sédimentation;* par M. J. Thoulet.

« J'ai exécuté ces expériences en mélangeant à l'eau du kaolin parfaitement purifié. Le liquide laiteux est abandonné au repos dans des tubes de verre portant une graduation et placés verticalement dans une étuve de d'Arsonval. J'ai fait varier successivement et isolément la température et la quantité de matière solide en suspension; j'ai ajouté, à l'eau distillée, de l'acide chlorhydrique ou bien de l'eau de mer en proportions diverses. J'ai opéré dans le vide ou sous pression et, dans chaque cas, noté à des intervalles de temps connus la position de la nappe ou des nappes horizontales formées par le sédiment en suspension. Les résultats obtenus sont figurés par des courbes.

» Comme application, j'ai mesuré la vitesse de chute, à travers l'eau de mer, de globigérines dont S. A. S. le Prince Albert de Monaco a bien voulu me remettre un échantillon recueilli par lui au large des Açores.

» Les conclusions sont les suivantes :

» Les particules immergées dans un liquide tombent avec une vitesse sensiblement uniforme, d'autant plus grande que la différence de densité est plus considérable entre le solide et le liquide, diminuant lorsque la température diminue et réciproquement, sauf dans le cas de l'eau douce qui présente une exception due à son maximum de densité au dessus du point de congélation, et sur laquelle, au moins jusqu'à une douzaine d'atmosphères, la pression paraît être sans influence.

» On sait que les corps solides en dissolution sont attirés et se fixent en partie à la surface des particules immergées, de sorte que, même à doses très faibles, ils activent la vitesse de chute. Dans les mêmes circonstances, l'air en dissolution se comporte comme le ferait un sel soluble; sa présence, démontrée directement, à l'état de gaine adhérente à la surface des particules, explique diverses particularités de la chute des sédiments. Elle rend compte de l'aération et, par suite, de l'habitabilité des eaux abyssales de l'Océan.

» La précipitation des argiles s'opère dans de l'eau douce additionnée de 10 pour 100 d'eau de mer ($d = 1,002$ environ), absolument comme

dans l'eau de mer pure. Cette observation permet de déterminer par une mesure aréométrique la véritable limite entre l'Océan et les continents à l'embouchure des fleuves.

» Le temps nécessaire pour que les matériaux solides, et en particulier les globigérines, traversent les eaux océaniques et parviennent sur le sol sous-marin pour s'y accumuler et y constituer les dépôts, est relativement court. Comme d'ailleurs le pouvoir dissolvant de l'eau de mer est faible, il en résulte que la perte de poids subie par ces matériaux pendant leur descente est peu importante.

» Le phénomène des nappes, ou strates multiples et superposées, formées par des poussières très fines tombant à travers un liquide, peut être expliqué de la façon suivante :

» Chaque grain de sédiment, en tombant de haut en bas avec une vitesse qui est surtout fonction de la différence de densité existant entre lui et le liquide et qui dépend, par conséquent, de la température ainsi que de diverses autres conditions moins importantes, donne lieu, par le fait même de sa chute, à un contre-courant en sens inverse, c'est-à-dire dirigé de bas en haut.

» En un point quelconque du tube, la vitesse de chute effective des grains situés dans une tranche horizontale du liquide est d'autant moindre que ces grains ont à lutter contre un contre-courant plus fort, c'est-à-dire que la tranche est située plus haut, car le contre-courant est proportionnel au nombre des grains qui se produisent, et plus la tranche sera élevée, plus il y aura de grains au-dessous d'elle. La vitesse de chute va donc en diminuant et, par conséquent, le nombre de grains minéraux par unité de volume du liquide, dans toute la portion trouble de ce liquide, diminue de bas en haut.

» Plus les grains sont nombreux, plus ils donnent lieu à un contre-courant total violent, somme des contre-courants élémentaires de chaque grain. Il arrivera un moment où cette somme sera égale à la vitesse relative de chute d'une certaine tranche, qui s'immobilisera aussitôt, et ainsi se produira la première nappe. Cette nappe ne reprendra son mouvement de descente que lorsque, une certaine quantité de grains s'étant déposée sur le fond, le contre-courant de bas en haut aura diminué d'intensité. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Théorie de la sédimentation*; par M. A. **Badoureau.**

« A l'appui des expériences de M. J. Thoulet, je me suis livré à une étude théorique du phénomène de la sédimentation, dont les résultats peuvent se résumer de la façon suivante.

» 1° Un grain de sable, placé dans l'Océan, fixe sur lui à l'état solide une quantité, variable selon sa nature, de l'eau qui l'entoure et des matières solides et gazeuses qui y sont dissoutes. Il augmente ainsi sa masse et son volume.

» 2° Si l'on néglige le mouvement de l'Océan, un grain de sable placé dans son sein est soumis à un couple dont le moment est négligeable et à une force verticale appliquée à son centre de gravité et sensiblement égale à son poids P, moins le poids P′ du liquide déplacé, et moins KMV^2S dynes. K est un coefficient numérique, dépendant de la forme et de l'orientation du grain; il est égal à 1 si le grain est sphérique, à $2\cos\alpha$ s'il a la forme d'un plan incliné de α sur l'horizon, à $2\sin^2\beta$ s'il a la forme d'un cône à axe vertical dont le demi-angle au sommet soit β, ...; M est la masse exprimée en grammes de 1^{cc} d'eau de mer; V, mesurée en centimètres par seconde, est la vitesse de chute du grain, plus la vitesse ascensionnelle de l'eau dans son voisinage immédiat; S est la surface, exprimée en centimètres carrés, de la projection horizontale du grain.

» 3° Le couple modifie la rotation du grain. La force accélère la chute de son centre de gravité, jusqu'à ce que V ait atteint une valeur qui annule la force. A partir de ce moment, la chute du grain s'opère avec une vitesse uniforme. L'équation $P - P' - KMV^2S = 0$ donne $V = \sqrt{\frac{P - P'}{KMS}}$. *Le carré de cette vitesse est proportionnel au produit d'une dimension linéaire du grain par la différence des masses spécifiques du grain et de l'eau.* Par suite, la vitesse de chute est minimum à la température pour laquelle l'eau et la particule de sable ont le même coefficient de dilatation.

» 4° Le frottement du sable contre l'eau est une résistance qui tend à s'opposer au mouvement du grain, de même que le frottement de l'eau contre les berges est une résistance qui tend à s'opposer au mouvement de l'eau des rivières.

» 5° L'électrisation qui résulte du frottement, et pour l'eau et pour le

grain de sable, tend à maintenir le grain immobile; mais cette action me paraît négligeable, surtout si les grains sont nombreux et si l'électrisation de l'eau est constante dans toute son étendue.

» Parmi les applications de la théorie qui précède, nous nous bornerons à citer le criblage à la cuve, la chute des précipités et la genèse des terrains sédimentaires. La préparation mécanique des minerais, la Chimie et la Géogénie sont donc tributaires de la théorie de la sédimentation. »

M. Ignaz Fauchs adresse une Note, écrite en allemand, sur une nouvelle solution de l'équation générale du troisième degré.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.